

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11130589  
PUBLICATION DATE : 18-05-99

APPLICATION DATE : 28-10-97  
APPLICATION NUMBER : 09295377

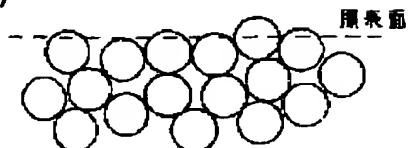
APPLICANT : NIPPON HOSO KYOKAI <NHK>;

INVENTOR : TANIOKA KENKICHI;

INT.CL. : C30B 29/04 H01J 1/30 H01J 9/02  
H01L 21/205

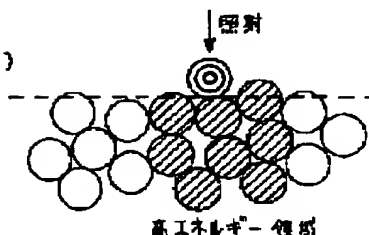
TITLE : DEPOSITION OF DIAMOND FILM OR  
DIAMONDLIKE CARBON FILM AND  
APPARATUS THEREFOR AND COLD  
ANODE PRODUCED BY USING THE  
SAME DEPOSITION AND APPARATUS

(a)



○ 非晶質原子

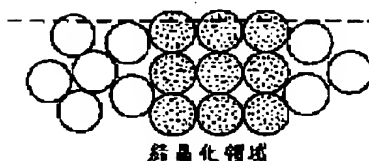
(b)



◎ 多価イオン

斜線 イオン化原子

(c)



点線 結晶化原子

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate problems that the content of a crystal component in a diamond film or a diamondlike carbon film is low by depositing the film according to a conventional laser ablation method or a chemical vapor deposition(CVD).

SOLUTION: A deposition surface of a diamond film or a diamondlike carbon film is irradiated with a polyvalent ion beam [indicated by a multiple circle in figure (b)] of carbon or impurities during or after the deposition of the diamond film or diamondlike carbon film onto a substrate when depositing the diamond film or diamondlike carbon film on the substrate according to a laser ablation method or a chemical vapor deposition(CVD) method.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-130589

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

C 3 0 B 29/04

C 3 0 B 29/04

W

H 0 1 J 1/30

H 0 1 J 1/30

A

9/02

9/02

B

H 0 1 L 21/205

H 0 1 L 21/205

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-295377

(22) 出願日 平成 9 年(1997)10月28日

(71) 出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南 2 丁目 2 番 1 号

(72) 発明者 佐藤 史郎

東京都世田谷区砧 1 丁目 10 番 11 号 日本放送協会 放送技術研究所内

(72) 発明者 斎藤 信雄

東京都世田谷区砧 1 丁目 10 番 11 号 日本放送協会 放送技術研究所内

(72) 発明者 平野 喜之

東京都世田谷区砧 1 丁目 10 番 11 号 日本放送協会 放送技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外 8 名)

最終頁に続く

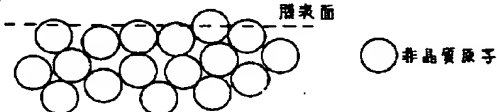
(54) 【発明の名称】 ダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法および装置、およびその方法および装置を用いて作製された冷陰極

(57) 【要約】

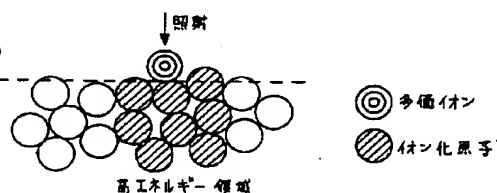
【課題】 従来のレーザアブレーション法やCVD法によってダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜を成膜したのでは、その膜に結晶成分の含まれる割合が小さかった。

【解決手段】 レーザアブレーション法またはCVD法によって基板上にダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜を成膜するにあたり、基板上へのダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の堆積中または堆積後に、それら膜の堆積面に炭素または不純物の多価イオンビーム（図1 (b) に、多重丸で示す）を照射するようにした。

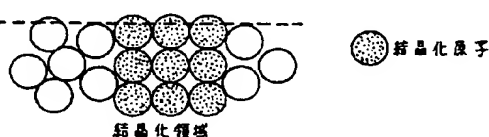
(a)



(b)



(c)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザアブレーション法またはCVD法によって基板上にダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜を成膜するにあたり、前記基板上へのダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の堆積中または堆積後に、それら膜の堆積面に炭素または不純物の多価イオンビームを照射するようにしたことを特徴とするダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法。

【請求項2】 請求項1記載の成膜方法において、前記炭素または不純物の多価イオンビームを集束するとともに、該集束された多価イオンビームを前記堆積面に局所的に照射するようにしたことを特徴とするダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法。

【請求項3】 請求項2記載の成膜方法において、前記局所的に照射するにあたっては、前記集束された多価イオンビームの照射点の一次元または二次元的走査によって行うようにしたことを特徴とするダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法。

【請求項4】 レーザアブレーション法またはCVD法によって基板上にダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜を成膜する成膜装置において、該装置は、前記基板上にダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の堆積中または堆積後に、それら膜の堆積面に炭素または不純物の多価イオンビームを照射するための手段をさらに具えていることを特徴とするダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法。

【請求項5】 請求項4記載の成膜装置において、前記装置は、前記基板を補助的に加熱または冷却し、および／または負のバイアス電圧を印加する手段をさらに具えていることを特徴とするダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜装置。

【請求項6】 請求項1記載の成膜方法によって成膜されたダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜が陰極を覆っていることを特徴とする冷陰極。

【請求項7】 シリコン基板に陰極として使用する低抵抗のパターンを形成し、該パターンの部分を含めてシリコン基板の表面にレーザアブレーション法またはCVD法により高抵抗のダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜を堆積し、該堆積された膜の表面に不純物の多価イオンビームを局所的に照射することで該照射された部分の前記膜を低抵抗の領域に変えて電子放出がし易い領域を形成し、そして前記膜の表面に前記領域を内側に含む広い面積の開口を有するゲート電極を配置する過程を経て作製されたことを特徴とする冷陰極。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法および成膜装置に係り、特に、冷陰極作製に用いて良好な電子放出特性が得られるそれら膜の成膜方法および装置に関する。本発

明はまた、上記成膜方法および装置を用いて作製された冷陰極にも関する。

## 【0002】

【従来の技術】冷陰極は、蛍光体と組み合わせて画像や文字のディスプレイ装置に、また、光導電膜と組み合わせて撮像素子に应用されるほか、超高周波素子や磁気センサーなどさまざまな方面での応用が考えられている。

【0003】尖鋭な先端のコーン形状を有する陰極とそれを取り囲むゲート電極の間に電圧を印加して電界で電子を放出させる冷陰極の電子放出効率は、陰極表面に生成される電界集中と陰極材料の仕事関数 $\phi$ とで大きく左右される。電界集中は、陰極形状の尖鋭度、陰極-ゲート電極間距離で決まるので、その大幅な改善はリソグラフィを中心とする冷陰極の加工精度の進展を待たねばならない。

【0004】一方、冷陰極材料には主としてモリブデン(Mo)やニッケル(Ni)などの高融点金属や、シリコンが用いられてきたが、これらの材料では $\phi=4-5$  eVであるので、さらに低仕事関数の材料が求められてきた。この観点から、ダイヤモンドは化学的に安定であり、高硬度であるばかりでなく、負性電子親和力(NEA: Negative Electron Affinity)特性をもつので冷陰極材料として有望であると考えられている。

【0005】通常、ダイヤモンド結晶は、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{C}_2\text{H}_2$ などの水素炭化物やCOなどを原料として、化学的気相堆積法(CVD: Chemical Vapor Deposition)などの方法で基板上に成長が行われている。この方法では、基板をおよそ800℃以上の高温にし、上記原料を分解して基板上にダイヤモンド膜を堆積する。これらの材料は上記性質のために、そのままでは冷陰極の形状に加工することは困難であるので、冷陰極を作製する場合には、あらかじめモリブデン(Mo)やシリコン(Si)などで尖鋭な先端のコーン形状を有する陰極と、絶縁物を介してその陰極を取り囲むゲート電極とから成る冷陰極を作製しておき、その陰極の上方から、CVD法で多結晶ダイヤモンドを陰極先端に堆積しその表面をコーティングする方法が採られている。

【0006】また、シリコンなどの基板に、あらかじめピラミッド型の凹みを作製しておいて、これにCVD法で多結晶ダイヤモンドを堆積し、その後基板を除去する方法も試みられている。こうした、コーティングでも、上述のように基板冷陰極を800℃以上の高温にする必要があり、しかも、ダイヤモンドの表面層は多量の欠陥を含んだ状態か、非晶質層になっているとの報告がある。冷陰極の特性は表面層の状態に大きく左右されるので、このような表面層の構造は好ましくない。

【0007】さらに、尖鋭な先端のコーン形状をもたない薄膜型の冷陰極作製には低温でできる作製法として、グラファイトターゲットに強力なレーザ光を照射して炭素原子や分子、イオン、クラスタなどを蒸発させ基板に

堆積させるレーザアブレーション法も試みられている。照射するレーザ光にはArF（波長：193nm）、KrF（波長：256nm）などのエキシマレーザのパルス光が用いられる。ただし、この方法で作製できるダイヤモンド結晶のサイズは非常に小さく、ダイヤモンド状炭素膜になっているとの報告もある。このような膜が冷陰極としてまだ十分な性能を発揮していないのは、ダイヤモンド膜全体に対する結晶成分の割合が小さいことによると考えられる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、通常、CVD法でダイヤモンド膜を成膜する場合、基板温度を800℃以上の高温にする必要がある。それでも堆積速度は0.1μm/hrのオーダーと小さく、しかも十分な品質のものは得られない。その理由の一つは、炭素の拡散係数が非常に小さく、結晶成長のための原子移動が十分でないことによると考えられる。

【0009】また、レーザアブレーション法でサイズの大きい良質な結晶が育成できない理由については、1) 常圧では、ダイヤモンド相よりグラファイト相の方が安定相であるので、パルスレーザアブレーション法では成膜中にグラファイト相が出現し、これがダイヤモンド結晶の表面を覆うことになりダイヤモンド相成長を阻害する、2) ダイヤモンド結晶の成長には高エネルギーのイオンが必要であるが、レーザアブレーションでは、低エネルギーのイオンや中性分子など、結晶の育成に不要な粒子も多量に基板に付着するのでダイヤモンド相のみの成長が妨げられることなどによると考えられる。

【0010】他の方法として、堆積膜表面に高エネルギーの炭素イオンを付着させるために、CVD法で基板にバイアス電圧を印加する方法も採られている。しかし、この方法はイオンの運動エネルギーの増加を図ることを目的とするもので、これまでの実験結果をみても、効果はまだ不十分と言える。

【0011】本発明の第1の目的は、成膜されたダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜中の結晶成分が膜全体に占める割合を大きくして、良好な電子放射をすることが可能な冷陰極を作製することのできるダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法および装置を提供することにある。

【0012】また、本発明の第2の目的は、本発明ダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法および装置を用いて作製された冷陰極を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明によるダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法は、レーザアブレーション法またはCVD法によって基板上にダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜を成膜するにあたり、前記基板上へのダイ

ヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の堆積中または堆積後に、それら膜の堆積面に炭素または不純物の多価イオンビームを照射するようにしたことを特徴とするものである。

【0014】また、本発明によるダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法は、前記炭素または不純物の多価イオンビームを集束するとともに、該集束された多価イオンビームを前記堆積面に局所的に照射するようにしたことを特徴とするものである。

10 【0015】また、本発明によるダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法は、前記局所的に照射するにあたっては、前記集束された多価イオンビームの照射点の一次元または二次元的走査によって行うようにしたことを特徴とするものである。

【0016】また、本発明によるダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜装置は、レーザアブレーション法またはCVD法によって基板上にダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜を成膜する成膜装置において、該装置は、前記基板上にダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の堆積中または堆積後に、それら膜の堆積面に炭素または不純物の多価イオンビームを照射するための手段をさらに具えていることを特徴とするものである。

【0017】また、本発明によるダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜装置は、前記装置が、前記基板を補助的に加熱または冷却し、および/または負のバイアス電圧を印加する手段をさらに具えていることを特徴とするものである。

30 【0018】また、本発明による冷陰極は、前記成膜方法によって成膜されたダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜が陰極を覆っていることを特徴とするものである。

【0019】また、本発明による冷陰極は、シリコン基板に陰極として使用する低抵抗のパターンを形成し、該パターンの部分を含めてシリコン基板の表面にレーザアブレーション法またはCVD法により高抵抗のダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜を堆積し、該堆積された膜の表面に不純物の多価イオンビームを局所的に照射することで該照射された部分の前記膜を低抵抗の領域に変えて電子放出がし易い領域を形成し、そして前記膜の表面に前記領域を内側に含む広い面積の開口を有するゲート電極を配置する過程を経て作製されたことを特徴とするものである。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照し、発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明する。まず、本発明では、ダイヤモンドの結晶化を促進させるため、レーザアブレーション中、あるいはCVD中にC<sup>+</sup>、C<sup>++</sup>などの炭素の多価イオンをダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の堆積面に照射する。この原理を、レ

ーザアブレーション法の場合を例にとり、図1に基づいて説明する。

【0021】通常、レーザアブレーション法やCVD法では堆積膜は、図1(a)に示すように、非晶質状態のダイヤモンド状炭素膜となっている。この状態において、膜表面に $C^{++}$ 、 $C^{+}$ などの炭素の多価イオン(図1(b)に、多重丸で示す)が付着すると、多価イオンの内殻空孔を電子で埋めるように多価イオンと周辺の原子との間で電荷の移動が起り、○の中に斜線を入れて示す(図1(b)参照)ように、周辺の複数原子がイオン化される。このイオン化原子群はクーロン反発のために高エネルギー状態となる。例えば、 $SiH_4$ 分子の内殻電子を励起すると、オージェ緩和過程を経て $Si^{++}$ 、 $Si^{+}$ 、 $Si^{+*}$ などの多価イオンが形成され、いわゆる「クーロン爆発」によって $SiH_4$ 分子がばらばらになることが知られている。

【0022】図1(b)に示す過程はこの「クーロン爆発」の前段階に類似している。イオン化原子群からなる領域は静電的に高エネルギー状態となるが、そのエネルギーレベルは、通常の電気炉などによる加熱では達しないポテンシャルエネルギーを有する。その結果、図1(c)に示すように、イオンが中性化する過程で膜の結晶化が促進される。

【0023】上述例においては、レーザアブレーション中やCVDの堆積膜に多価イオンの照射を行ったが、これはまた、ダイヤモンド膜やダイヤモンド状炭素膜の成膜後に、その膜に対し、基板を補助的に加熱するなどして $C^{++}$ 、 $C^{+}$ などの炭素の多価イオンビームを照射しても固相での結晶化を促進することができる。

【0024】次に、本発明によるダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法ないし装置について、その実施形態に基づいて詳細に説明する。図2は、尖鋭な先端のコーン形状を有する陰極と絶縁膜をはさんでそれを取り囲むゲート電極とからなる通常のSpindt型冷陰極の作製時に本発明を適用して陰極先端をレーザアブレーション法によりダイヤモンド状炭素膜でコーティングする場合の実施形態を示している。図2において、1はSpindt型冷陰極であり、これはコーン形状を有しその底部において繋がっているシリコン(Si)などからなる陰極2と、この陰極2との間で電界を付与するための陰極とは絶縁層3によって絶縁されたゲート電極4とからなっている。

【0025】陰極2のコーン状部分から電子放射がし易いように同部分にダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜5を堆積するために、レーザアブレーション法では、ArFエキシマレーザ(波長:193nm)をグラファイトターゲット6に照射し、そこからアブレーション粒子を発生させ、冷陰極1(粒子が堆積される基板)の表面に堆積させるようにする(破線で示す)。こ

モンド膜の成膜に変わりがない。

【0026】本発明においては、このレーザアブレーションによるダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の堆積中または堆積後に、図2に示すように、 $C^{++}$ や $C^{+}$ などの炭素多価イオンビームを冷陰極1に照射し(実線で示す)、陰極先端とくにコーン形状部分に堆積されたダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の結晶化が促進されるようにする。また、この炭素多価イオンビームの照射に際して、バイアス電源7から陰極1に負バイアスを印加することにより、陰極先端部のみの結晶化を促進することができる。

【0027】図3は、同じSpindt型冷陰極の陰極先端を、本発明を適用して電子サイクロトロン共鳴プラズマCVD法によりダイヤモンド膜でコーティングする場合の実施形態を示している。本実施形態においては、例えばメタン( $CH_4$ )などの炭化水素系原料ガスを、プラズマ生成室8(9は、プラズマ発生用の磁場コイルを示す)で生成させたプラズマで分解し、それを原料分子として冷陰極1上に堆積する(破線で示す)。また、本実施形態では、上記分解した原料と同時に $C^{++}$ 、 $C^{+}$ などの炭素多価イオンを冷陰極1に照射し(実線で示す)、ダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の結晶化が促進されるようにする。なお、冷陰極1の構造、および冷陰極をバイアス電源7によって負バイアスにすることは、図2で説明したレーザアブレーション法の場合と変わらないので、同じ符号を付して示しその説明を省略する。

【0028】最後に、上述した尖鋭な先端のコーン形状を有するSpindt冷陰極とは異なる種類の、本発明によるダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法ないし装置を用いて作製された本発明による冷陰極について説明する。

【0029】図4(a)~(d)は、その冷陰極が作製される過程を示す図で、それぞれ冷陰極アレーの平面図(上段)と横断面図(下段)とで示している(ただし、図4(b)には平面図がない)。まず、シリコン基板に選択的にイオン注入とアニールを施して陰極ラインとして使用する低抵抗のストライプパターンを形成する(図4(a))。次に、レーザアブレーション法により、高抵抗ダイヤモンド状炭素膜を堆積する(図4(b))。この後、n型不純物の多価イオンビームのビームスポットを絞るなどして、陰極ラインが形成されている部分をダイヤモンド状炭素膜の上から局所的に照射し、図中、○で示すn型の低抵抗領域、さらには負性電子親和力特性(NEA)を有して電子放出がよく行われる微小領域を形成する(図4(c))。なお、この低抵抗領域の形成に際しては、補助的にここまでの作製過程で得られた基板を加熱する必要がある。最後に、陰極ラインと平面的に直交する方向にゲート電極ライン(金属)を堆積する(図4(d))。ゲート電極の開口の直径は、図4

(c)に示す過程で作製した低抵抗(NEA)領域の直径より大きくとり、高抵抗ダイヤモンド状炭素膜が陰極(陰極ライン)と、ゲート電極(ゲート電極ライン)とで挟まれる構造とし、両者の間に電界が作用し得るようにする。なお、上記において、図4(b)に示す過程は、レーザアブレーション法に代えてCVD法を使用してもよいこと勿論である。

【0030】一般に、ダイヤモンドにn型の不純物を多量に添加(低抵抗化)するのは困難といわれている。その理由として、これら不純物が格子位置に固溶されないのは、ダイヤモンド中における原子拡散が非常に遅く不純物周辺での歪緩和が十分でないためであると考えられている。

【0031】しかし、図4に示される作製過程、とくに図4(c)のn型不純物の多価イオンを高抵抗ダイヤモンド状炭素膜に照射して、局所的(図4(c),(d)に直径の小さい○で示す部分)に低抵抗(NEA)の領域を作製できるのは、添加する不純物自体が多価イオンになっているため、その周辺の原子群を含めて高エネルギー状態となるので歪緩和も十分進行し、電氣的に活性化されやすいからであろうと考えられる。

【0032】

【発明の効果】本発明によれば、炭素または不純物の多価イオンビームを照射することによって、レーザアブレーション法やCVD法によって成膜されまたは成膜されつつあるダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の結晶成分の全体に占める割合を大きくすることができる。

【0033】また、この結晶成分の大きいダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜をその作製過程に取り込んで冷陰極をつくることにより、良好な電子放射をさせることの可能な冷陰極を得ることができる。

【0034】さらに、本発明による方法ないし装置は、多価イオンビームのビームスポットを絞るなどして局所

的な照射が可能であるので、従来のように多結晶ダイヤモンド膜をリソグラフィーなどで加工することなしに冷陰極アレイを作製することができる。

【0035】なお、本発明による方法ないし装置は、冷陰極だけでなく、コーティング材料としてのダイヤモンド膜や、その他の電子デバイス用ダイヤモンド結晶などの作製にも適用することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】レーザアブレーション中、あるいはCVD中に、炭素の多価イオンを成膜中のダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の堆積面に照射することによって、ダイヤモンド状炭素膜の結晶化が促進されることを説明する図である。

【図2】Spindt型冷陰極の作製時に、本発明を適用して陰極先端をレーザアブレーション法によりダイヤモンド状炭素膜でコーティングする場合の実施形態を示す図である。

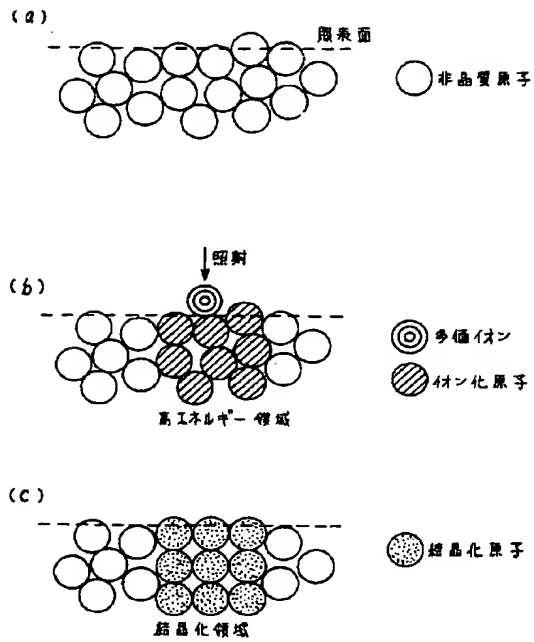
【図3】同じくSpindt型冷陰極先端を、本発明を適用して電子サイクロトロン共鳴プラズマCVD法によりダイヤモンド膜でコーティングする場合の実施形態を示す図である。

【図4】Spindt型でない冷陰極が、本発明によるダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜方法または装置を用いて作製される過程を示す図である。

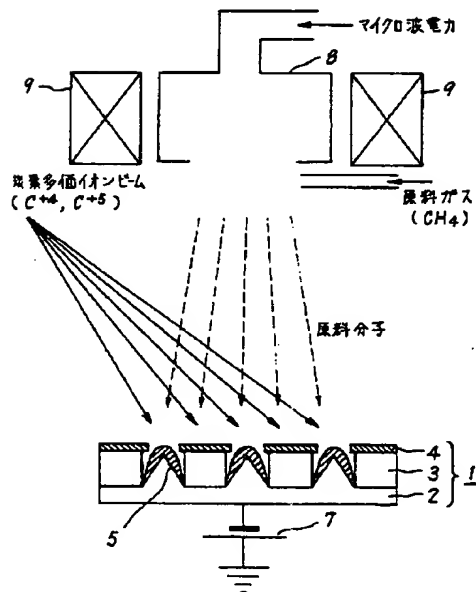
【符号の説明】

- 1 冷陰極
- 2 陰極
- 3 絶縁層
- 4 ゲート電極
- 5 ダイヤモンド状炭素膜
- 6 グラファイトターゲット
- 7 バイアス電源
- 8 プラズマ生成室
- 9 磁場コイル

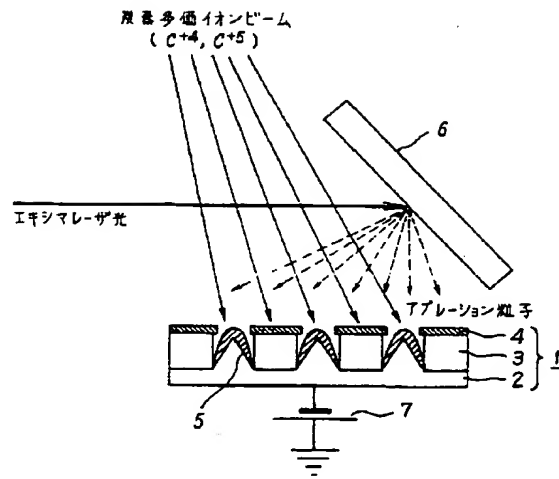
【図1】



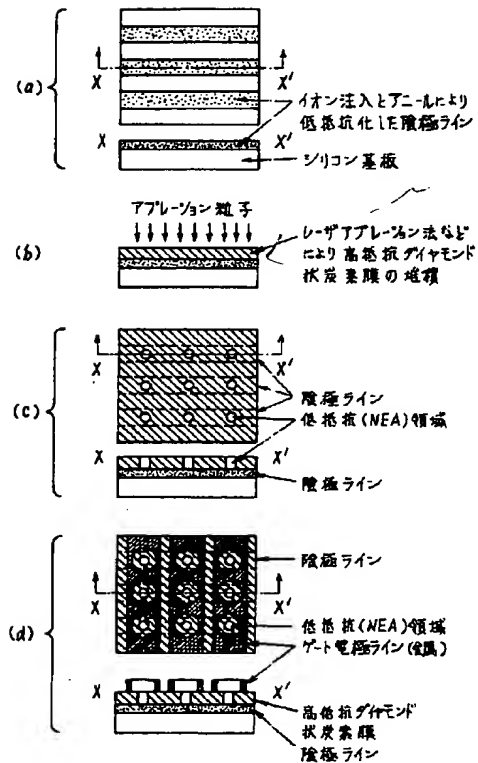
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 大西 弘幸

東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放  
送協会 放送技術研究所内

(72)発明者 谷岡 健吉

東京都世田谷区砧1丁目10番11号 日本放  
送協会 放送技術研究所内

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
【部門区分】第 3 部門第 1 区分  
【発行日】平成 15 年 6 月 17 日 (2003. 6. 17)

【公開番号】特開平 11-130589  
【公開日】平成 11 年 5 月 18 日 (1999. 5. 18)  
【年通号数】公開特許公報 11-1306  
【出願番号】特願平 9-295377  
【国際特許分類第 7 版】

C30B 29/04

H01J 1/30

9/02

H01L 21/205

【F I】

C30B 29/04 W

H01J 1/30 A

9/02 B

H01L 21/205

【手続補正書】

【提出日】平成 15 年 3 月 11 日 (2003. 3. 11)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 4

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項 4】 レーザアブレーション法または CVD 法

によって基板上にダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜を成膜する成膜装置において、該装置は、前記基板上にダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の堆積中または堆積後に、それら膜の堆積面に炭素または不純物の多価イオンビームを照射するための手段を具備していることを特徴とするダイヤモンド膜またはダイヤモンド状炭素膜の成膜装置。